

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①⑪ N° de publication :

**2 803 439**

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national :

**00 00209**

⑤① Int Cl<sup>7</sup> : H 01 Q 23/00, H 04 B 5/00, H 05 K 1/16, 3/00, G 06 K 19/077

⑫

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

**A1**

②② Date de dépôt : 03.01.00.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la demande : 06.07.01 Bulletin 01/27.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥① Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦① Demandeur(s) : A S K Société anonyme — FR.

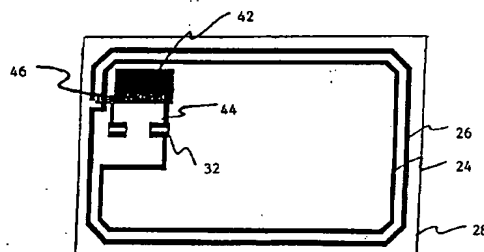
⑦② Inventeur(s) : MATHIEU CHRISTOPHE.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : CABINET BONNEAU.

⑤④ ANTENNE DE COUPLAGE A CAPACITE VARIABLE.

⑤⑦ L'invention concerne donc une antenne de couplage connectée à un dispositif d'émission / réception d'ondes électromagnétiques contenant un ou plusieurs condensateurs intégrés. Cette antenne de couplage comprend au moins une spire (24) sérigraphiée sur un support (28) constitué par un substrat diélectrique isolant et comprend également un condensateur sérigraphié sur le support, connecté en parallèle, permettant ainsi de réduire la capacité fournie par le (s) condensateur (s) intégré (s) dans le dispositif, pour que la capacité résultante forme un circuit résonant avec la spire. L'invention concerne également le procédé de fabrication d'une telle antenne et l'utilisation de cette antenne dans une carte à puce sans contact ou hybride contact - sans contact.



FR 2 803 439 - A1



La présente invention concerne les systèmes d'émission et de réception sans contact, et plus particulièrement une antenne de couplage, avec un condensateur sérigraphié, utilisée notamment dans les cartes à puce sans contact ou  
5 hybride contact - sans contact.

La carte à puce sans contact est un système de plus en plus utilisé dans différents secteurs. Ainsi, dans le secteur des transports, elle a été développée comme moyen de paiement.  
10 C'est le cas également du porte-monnaie électronique. De nombreuses sociétés ont également développé des moyens d'identification de leur personnel par cartes à puce sans contact.

L'échange d'informations entre une carte sans contact et  
15 le dispositif de lecture associé s'effectue par couplage électromagnétique à distance entre une antenne logée dans la carte sans contact et une deuxième antenne située dans le lecteur. Pour élaborer, stocker et traiter les informations, la carte est munie d'une puce ou d'un module électronique qui  
20 est relié(e) à l'antenne. L'antenne et la puce se trouvent généralement sur un support diélectrique en matière plastique (polychlorure de vinyle (PVC), polyester (PET), polycarbonate (PC)...). L'antenne est obtenue par gravure chimique du cuivre ou de l'aluminium sur le support ou bobinage d'un fil de métal  
25 conducteur. La puce, comportant une zone mémoire et un microprocesseur, contient des condensateurs qui définissent une capacité d'entrée associée à la puce. Le fonctionnement optimal du couplage antenne - puce qui doit être non résistif est obtenu lorsque la loi de résonance du circuit suivante est  
30 respectée :

$$LC\omega^2 = 1 \quad (1)$$

35 dans laquelle L représente l'inductance de l'antenne, C représente la capacité d'entrée et  $\omega$  la pulsation égale à  $2\pi f$ , dans laquelle f représente la fréquence normalisée (par exemple à 13.56 MHz).

L'observation de cette loi impose aux fabricants de puce, appelés aussi fondeurs, d'insérer dans les puces des condensateurs adéquats pour obtenir des valeurs de capacité suffisamment importantes. Ainsi, le coût de fabrication des  
5 puces se trouve fortement augmenté par la présence des condensateurs.

Le développement des cartes électroniques sans contact passe nécessairement par une réduction des coûts de production des puces utilisées dans ces cartes. Afin de réduire le prix  
10 de revient des puces, les fondeurs sont amenés de plus en plus à diminuer la dimension du condensateur intégré dans celles-ci et ainsi à réduire la capacité d'entrée du circuit. Ils peuvent ainsi produire des puces de plus petites dimensions.

Afin de respecter la loi  $LC\omega^2 = 1$  et d'obtenir un  
15 couplage optimal, on a cherché à augmenter l'inductance  $L$  de l'antenne pour compenser la baisse de la valeur de la capacité d'entrée de la puce. Dans le cas des antennes réalisées par gravure chimique du cuivre ou de l'aluminium, sous forme de spires sur un support diélectrique plastique, on a augmenté  
20 l'inductance en augmentant le nombre de spires. Cette solution engendre toutefois plusieurs inconvénients importants. En effet, tout circuit électrique ayant une résistance, l'augmentation du nombre de spires, qui correspond en fait à un allongement du circuit, entraîne une forte augmentation de  
25 la valeur de cette résistance. Ceci affecte considérablement les performances de l'antenne et donc de la carte. En effet, la distance de lecture de la carte est fortement diminuée.

Pour limiter l'encombrement et conserver la section utile pour le flux électromagnétique à travers la carte, la  
30 largeur des pistes de cuivre doit être réduite. Cela a pour effet d'augmenter la résistance de l'antenne, et surtout la fiabilité des cartes est détériorée car le risque de coupures des spires de l'antenne lors de la lamination sous pression à chaud des corps de carte est plus important.

35 Le prix de revient unitaire de l'antenne gravée augmente de façon significative. Ainsi, la réduction de coût obtenue par les fondeurs avec des puces ayant une capacité d'entrée

plus faible se trouve annulée par ce surcoût des antennes. La fabrication et l'utilisation des cartes ne se trouvent donc pas plus rentables.

Déplacer la capacité de la puce vers l'antenne, en connectant directement un ou plusieurs condensateurs à l'antenne n'est pas non plus une solution acceptable. En effet, les condensateurs classiques ont un prix de revient élevé, ce qui ne résout pas le problème du coût des cartes. De plus, la mise en place des condensateurs sur le support et leur connexion à l'antenne n'est pas facile.

Le but de l'invention est de pallier ces inconvénients en fournissant une antenne avec une capacité parallèle obtenue à moindre coût, permettant d'obtenir une carte à puce dont le prix de revient est fortement diminué par rapport à celui des cartes à puce actuellement sur le marché, grâce à la diminution du nombre de condensateurs contenus dans la puce.

L'invention concerne donc une antenne de couplage connectée à un dispositif d'émission / réception d'ondes électromagnétiques contenant un ou plusieurs condensateurs intégrés. Cette antenne de couplage comprend au moins une spire sérigraphiée sur un support constitué par un substrat diélectrique isolant et comprend également un condensateur sérigraphié sur le support, connecté en parallèle, permettant ainsi de réduire la capacité fournie par le(s) condensateur(s) intégré(s) dans le dispositif, pour que la capacité résultante forme un circuit résonant avec la spire.

L'invention concerne également un procédé de fabrication de cette antenne qui consiste à :

- réaliser une première sérigraphie d'au moins une spire de l'antenne, de la plaque inférieure du condensateur, des plots de connexion de l'antenne à une puce ou à un module, et de la connexion de l'antenne à la plaque inférieure du condensateur, par dépôt d'encre conductrice sur le support,
- réaliser une deuxième sérigraphie de la bande isolante du condensateur, par dépôt d'encre diélectrique permettant de recouvrir la plaque inférieure du condensateur,

- réaliser la troisième sérigraphie de la plaque supérieure du condensateur et de la connexion de l'antenne à la plaque supérieure du condensateur.

Les buts, objets et caractéristiques ressortiront mieux à la lecture de la description qui suit faite en référence aux  
5 dessins joints dans lesquels :

La figure 1 représente le schéma électrique d'une carte à mémoire sans contact classique.

La figure 2 représente l'antenne de couplage selon un  
10 mode de réalisation particulier, après la première étape de cette réalisation.

La figure 3 représente l'antenne de couplage selon l'invention, après la deuxième étape de réalisation.

La figure 4 représente l'antenne de couplage selon  
15 l'invention, après la dernière étape de réalisation.

La figure 5 représente le schéma électrique d'une carte à puce comprenant l'antenne de couplage selon l'invention.

Selon la figure 1, le circuit électrique d'une carte à puce 10 se subdivise en deux composants : l'antenne et la  
20 puce. La puce 12 possède une capacité interne Cs 14 obtenue par l'intermédiaire des condensateurs contenus dans la puce. Celle-ci comporte également une partie électronique 16 correspondant à la zone mémoire et au processeur. La puce 12 est reliée à l'antenne 18 par l'intermédiaire du circuit 10.  
25 L'antenne 18 possède une inductance Ls 22 qui présente une résistance Rs 20.

Les figures 2, 3 et 4 représentent l'antenne après les trois étapes principales du procédé de fabrication. Selon un mode particulier, l'antenne est constituée de deux spires en  
30 série et d'un condensateur sérigraphié. Lors de la première étape du procédé de fabrication, représentée à la figure 2, les deux spires 24 et 26 sont sérigraphiées sur le support 28 constitué par un substrat diélectrique isolant. Sont sérigraphiés en même temps, les deux plots 30 et 32 permettant  
35 la connexion de l'antenne à la puce, et la plaque inférieure 34 du condensateur. Une extrémité de la spire 26 est connectée à la plaque 34 et au plot de connexion 30 par un pont

électrique 36. L'autre extrémité de la spire 26 est laissée libre. Une extrémité de la spire 24 est connecté au plot de connexion 32 et l'autre est laissée libre. Le substrat diélectrique constituant le support est en matière plastique, en papier ou en tissu de verre imprégné de résine thermodurcissable ou réticulable par rayonnement U.V. La matière plastique utilisée est par exemple du polychlorure de vinyle (PVC), du polyester (PET, PETG), du polycarbonate (PC), de l'acrylonitrile-butadiène-styrène (ABS). L'encre conductrice utilisée contient des polymères et est chargée en éléments conducteurs qui peuvent être des métaux. Préférentiellement, l'encre utilisée est chargée en argent. Toutefois, elle peut être également chargée en cuivre ou en carbone. L'encre peut ainsi contenir entre 50 et 70 % d'argent sous forme de billes ou de lamelles. Les polymères utilisés sont des polyesters ou des résines acryliques. L'encre contient aussi un solvant qui sert de véhicule. Selon un mode de réalisation particulier, le solvant utilisé est un éther de glycol.

La figure 3 représente l'antenne à la fin de la deuxième étape du procédé de fabrication. Une deuxième sérigraphie est réalisée. Cette deuxième sérigraphie correspond au dépôt d'encre diélectrique constituant la bande isolante 38 qui sépare les deux plaques du condensateur. Une bande isolante 40 est également sérigraphiée sur le pont électrique 36. Selon un mode de réalisation préféré, chaque couche a une épaisseur de 25 microns. Cette encre contient des polymères et réticule lorsqu'elle est soumise à un rayonnement U.V. Les polymères peuvent être des résines acrylates ou des polyesters insaturés. Contrairement à l'encre conductrice, cette encre ne contient pas de solvant. Les polymères contenus dans l'encre vont réticuler lorsqu'on soumet l'encre à un rayonnement U.V. Cette réticulation provoque un durcissement de l'encre. Ainsi la géométrie du condensateur est très stable et surtout l'épaisseur de cette bande isolante ne varie pas. Par conséquent, la distance entre les deux plaques ne varie pas non plus, ce qui permet au condensateur et donc à l'antenne de

conserver une qualité de fonctionnement optimale. Cette encre, afin d'être suffisamment isolante, doit posséder une permittivité relative la plus élevée possible. La valeur de la permittivité est en générale supérieure à 3. Dans un mode de réalisation préféré de l'antenne de couplage selon l'invention, la permittivité de l'encre utilisée pour sérigraphier la bande isolante est de 3,9. Afin d'assurer un bon pouvoir isolant à la bande, au moins deux couches d'encre sont nécessaires. En effet, après réticulation, la couche d'encre possède une porosité importante qui l'empêche d'avoir un pouvoir isolant élevé. Afin de résoudre ce problème, deux couches successives et superposées sont sérigraphiées et constituent une bande avec un fort pouvoir isolant. La bande isolante 38 est superposée à la plaque 34 et recouvre entièrement cette dernière. La bande isolante 40 recouvre également le pont électrique 36. Cette bande permet d'isoler le pont électrique du raccordement réalisé entre les extrémités libres des spires 24 et 26 lors de la dernière étape du procédé de fabrication.

La figure 4 montre l'antenne après la troisième et dernière étape de son procédé de fabrication. Lors de cette étape, une troisième sérigraphie est réalisée, il s'agit de la plaque supérieure 42 du condensateur qui est superposée à la bande isolante 38. Une connexion 44 est sérigraphiée afin de relier la plaque 42 au plot de connexion 32 et permet de connecter le condensateur à l'antenne, en parallèle. Enfin, le raccordement 46 des extrémités libres des spires 24 et 26 est également réalisé par sérigraphie.

L'antenne ainsi obtenue est constituée par deux spires reliées en série et par un condensateur. Le schéma électrique d'une carte à puce intégrant cette antenne est représentée à la figure 5.

Le circuit électrique 48 se subdivise également en deux parties qui sont la puce 50 et l'antenne 52. La puce 50 possède une partie électronique 54 correspondant à la zone mémoire et au processeur, et une capacité interne  $Cs_1$  56. Cette capacité est beaucoup plus faible que la capacité

interne d'une puce classique. Cette valeur de capacité plus faible est compensée par la valeur de la capacité  $C_s$ , obtenue avec le condensateur sérigraphié de l'antenne 52. Cette antenne possède également une résistance  $R_s$  60 et une inductance  $L_s$  62 propre. La capacité  $C_s$ , a une valeur variable qui dépend de la taille du condensateur. Selon un mode préférentiel de réalisation, la capacité  $C_s$  de l'antenne est plus importante que la capacité  $C_s$  de la puce.

Une carte à puce de ce type est constituée d'un support plan portant au moins une antenne de couplage avec au moins un condensateur en parallèle, reliée à une puce ou un module dont la capacité interne est faible, voire nulle selon un mode de réalisation particulier. Selon un type particulier de cartes à puce sans contact, le support est inséré entre deux corps de carte, ces corps de carte étant fixés de chaque côté du support afin de rigidifier ces cartes. Ces corps de carte peuvent être en plastique. Dans ce cas, le plastique utilisé peut être le polychlorure de vinyle (PVC), le polyester (PET, PETG), le polycarbonate (PC), ou l'acrylonitrile-butadiène-styrène (ABS). Lorsque les corps de carte sont en plastique, leur fixation de chaque côté du support portant une ou plusieurs antennes selon l'invention, est réalisée par pressage à chaud ou à froid des trois éléments constituant la carte, appelé encore lamination à chaud ou à froid.

Ainsi, l'antenne de couplage obtenue présente plusieurs avantages importants. En effet, le fait de réaliser un condensateur externe à la puce améliore les performances de la carte, notamment lorsqu'on la compare à une carte traditionnelle dont la puce possède la même valeur de capacité interne.

L'utilisation de la sérigraphie permet d'obtenir un condensateur qui possède une certaine élasticité, ce qui le rend plus résistant aux contraintes mécaniques que peut subir la carte lors de son utilisation. Ainsi, la valeur de la capacité n'évolue pas du fait de la détérioration du condensateur.



De plus, en jouant sur les paramètres du condensateur tels que la surface des plaques ou l'épaisseur de la bande isolante, il est possible d'ajuster la valeur de la capacité pour obtenir une résonance parfaite. Il est également possible  
5 de faire varier fortement la valeur de la capacité sans avoir à modifier le procédé de fabrication. On obtient donc un procédé de fabrication d'antenne et de carte qui peut être adapté facilement et rapidement aux contraintes apportées par la puce qui a une capacité interne définie et fixe.

10 Enfin, le prix de revient d'une carte à puce comprenant une antenne de couplage avec un condensateur sérigraphié est sans commune mesure avec le prix de revient d'une carte à puce avec une antenne plus classique telle qu'une antenne gravée au cuivre, et une puce possédant une forte capacité interne.  
15 Cette réduction de coût est d'autant plus importante que le procédé de fabrication d'une telle carte n'est pas plus difficile à mettre en œuvre, puisque les spires de l'antenne et le ou les condensateurs sont sérigraphiés simultanément.

## REVENDECATIONS

1. Antenne de couplage, connectée à un dispositif d'émission / réception d'ondes électromagnétiques contenant un ou plusieurs condensateurs intégrés, ladite antenne de couplage comprenant au moins une spire sérigraphiée sur un support constitué par un substrat diélectrique isolant ;  
5 ladite antenne étant caractérisée en ce qu'elle comprend également un condensateur sérigraphié sur ledit support, connecté en parallèle à ladite antenne, permettant ainsi de réduire la capacité fournie par le(s) condensateur(s) intégré(s) dans ledit dispositif, pour que la capacité  
10 résultante forme un circuit résonant avec ladite spire.
2. Antenne de couplage selon la revendication 1, dans laquelle ledit condensateur est constitué par au moins deux  
15 plaques d'encre sérigraphiées, superposées et séparées par une bande isolante d'encre diélectrique également sérigraphiée.
3. Antenne de couplage selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le substrat diélectrique  
20 constituant le support est en matière plastique, en papier ou en tissu de verre imprégné de résine thermodurcissable ou réticulable par rayonnement U.V.
4. Antenne de couplage selon l'une des revendications  
25 précédentes, dans laquelle l'encre utilisée pour la sérigraphie des spires et des plaques de condensateur est une encre conductrice polymère chargée en éléments conducteurs.
5. Antenne de couplage selon l'une des revendications 2  
30 à 4, dans laquelle ladite bande isolante est constituée d'au moins deux couches d'encre diélectrique, lui permettant d'avoir un pouvoir isolant élevé.
6. Antenne de couplage selon la revendication 5 dans  
35 laquelle l'encre diélectrique formant les deux couches de la

bande isolante est une encre polymère réticulable par rayonnement U.V.

7. Procédé de fabrication d'une antenne de couplage  
5 selon l'une des revendications précédentes caractérisé par le fait qu'il consiste à :

- réaliser une première sérigraphie d'au moins une  
spire de l'antenne, de la plaque inférieure dudit  
condensateur, des plots de connexion de ladite antenne à une  
10 puce ou un module, et de la connexion de l'antenne à ladite  
plaque inférieure du condensateur, par dépôt d'encre  
conductrice sur ledit support,

- réaliser une deuxième sérigraphie de la bande  
isolante dudit condensateur, par dépôt d'encre diélectrique  
15 permettant de recouvrir ladite plaque inférieure dudit  
condensateur,

- réaliser une troisième sérigraphie de la plaque  
supérieure dudit condensateur superposée à ladite bande  
isolante, et de la connexion de l'antenne à ladite plaque  
20 supérieure dudit condensateur.

8. Carte à puce sans contact constituée d'un support  
portant au moins une antenne de couplage selon l'une des  
revendication 1 à 6 reliée à une puce ou un module.  
25

9. Carte à puce sans contact selon la revendication 8,  
dans laquelle ladite puce ou ledit module ne possède pas de  
capacité interne.

10. Carte à puce sans contact selon la revendication 8  
ou 9, dans laquelle le support est inséré entre deux corps de  
carte, lesdits corps de carte étant fixés de chaque côté dudit  
support, permettant ainsi de rigidifier ladite carte à puce.  
30

11. Carte à puce sans contact selon la revendication 10,  
dans laquelle les corps de carte sont fixés au support de  
l'antenne par lamination à chaud ou à froid.  
35

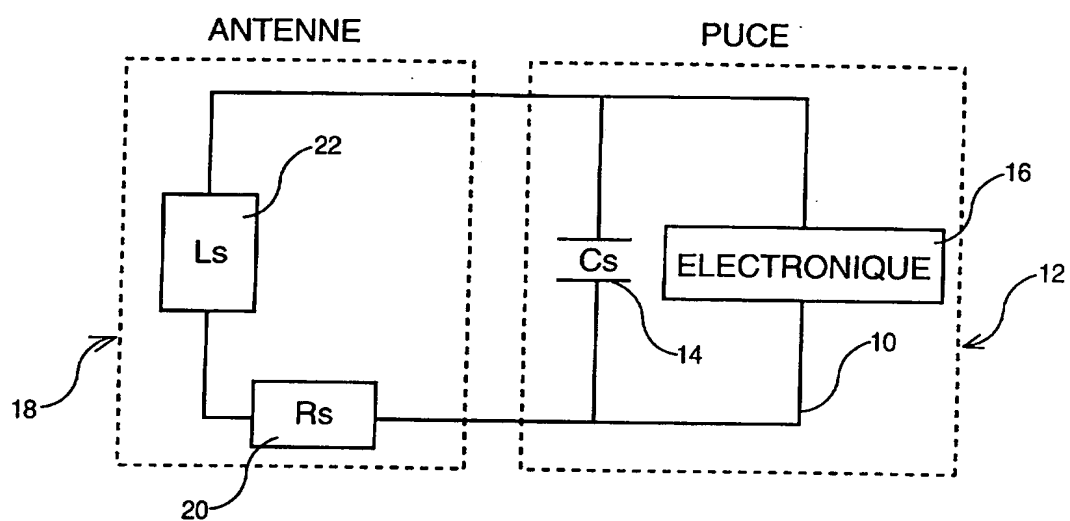


FIG. 1

2/3

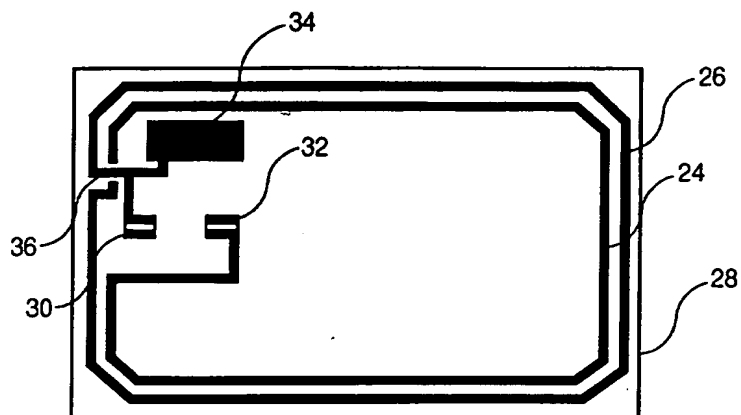


FIG. 2

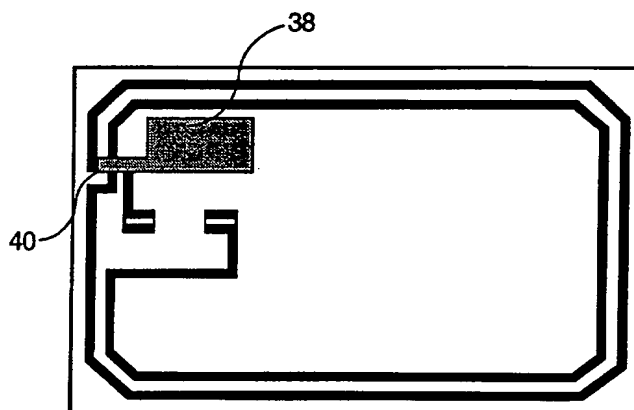


FIG. 3

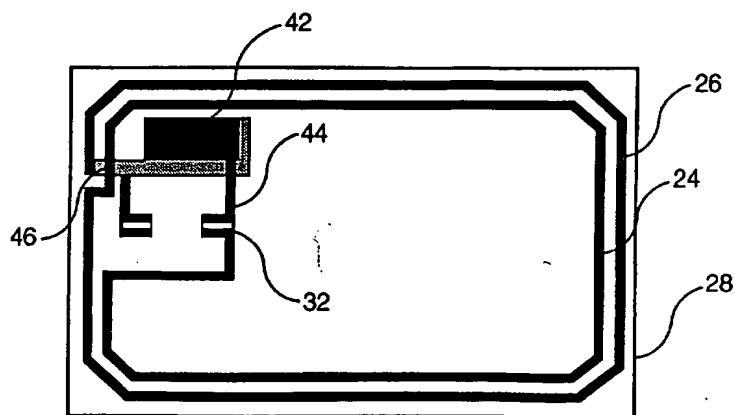


FIG. 4

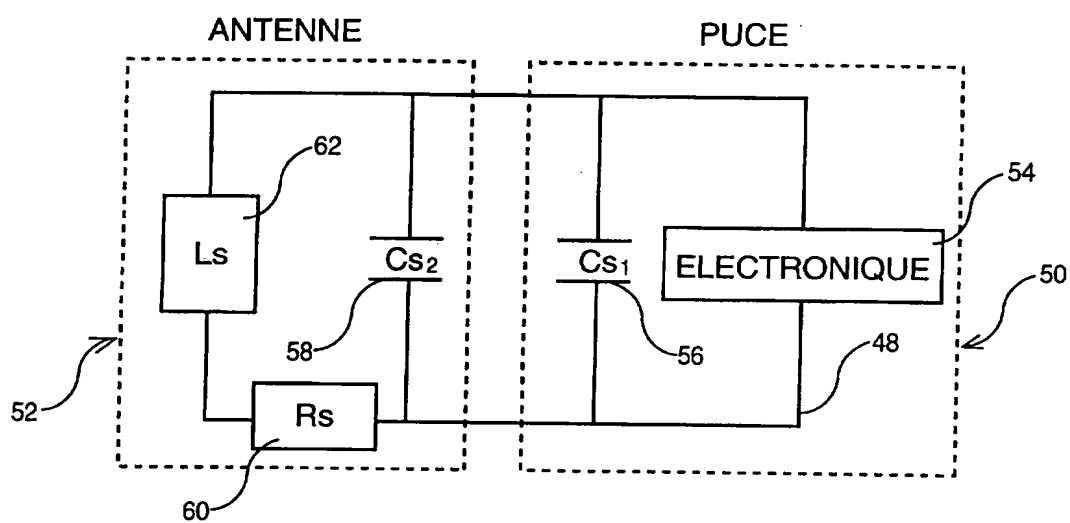


FIG. 5



# **RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

2803439

N° d'enregistrement  
nationalFA 586880  
FR 0000209

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	US 5 995 054 A (MASSEY PETER J) 30 novembre 1999 (1999-11-30) * colonne 2, ligne 19 - ligne 50 *	1,8	H01Q23/00 H04B5/00 H05K1/16 H05K3/00 G06K19/077
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 05, 30 mai 1997 (1997-05-30) & JP 09 001969 A (HITACHI CHEM CO LTD), 7 janvier 1997 (1997-01-07) * abrégé *	1,8	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			H01Q
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
26 septembre 2000		Ó Donnabháin, C	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
<p>X : particulièrement pertinent à lui seul  Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un  autre document de la même catégorie  A : arrière-plan technologique  O : divulgation non-écrite  P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention  E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure  à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date  de dépôt ou qu'à une date postérieure.  D : cité dans la demande  L : cité pour d'autres raisons</p> <p>&amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			